

 <p>NTB INTERSTAATLICHE HOCHSCHULE FÜR TECHNIK BUCHS</p>	<p>IES Institut für Energiesysteme</p>
	
<p>ENERGIE PRAXIS-SEMINAR Optimierung der Warmwasserbereitstellung mittels Wärmepumpe in Mehrfamilienhäusern</p>	<p>Näher dran am System der Technik der Zukunft</p>

 <p>NTB INTERSTAATLICHE HOCHSCHULE FÜR TECHNIK BUCHS</p>
<p>Warmwasserbereitstellung mittels Wärmepumpen in Mehrfamilienhäusern</p> <p>Auftraggeber: Bundesamt für Energie (A. Eckmanns, T. Kopp) Industriepartner: Elektrizitätswerke des Kantons Zürich EKZ</p> <p>Autoren: Bernhard Vetsch, Andreas Gschwend, Stefan Bertsch NTB Hochschule für Technik Buchs www.ntb.ch/ies, ies@ntb.ch</p> <p>Kurzfassung und Leitfaden unter: http://www.ntb.ch/ies (unter Publikationen)</p> <p>Abschlussbericht unter: http://www.bfe.admin.ch/</p>



Normen - Brauchwarmwasser

Die Warmwasserversorgung (Ausnahme Durchlauferhitzer) ist so ausgelegt, dass sie folgende Temperaturen **erreichen kann**

- $\geq 60^{\circ}\text{C}$ im Speicher
- $\geq 55^{\circ}\text{C}$ in warmgehaltenen Verteilungen
- $\geq 50^{\circ}\text{C}$ an den Entnahmestellen

Die maximale Kaltwassertemperatur ist 25°C (Ziel: 20°C)

Zirkulationsunterbrechungen in der Nacht sind **nicht** empfohlen

Vorgabe für die Spreizung der Zirkulationsleitung:

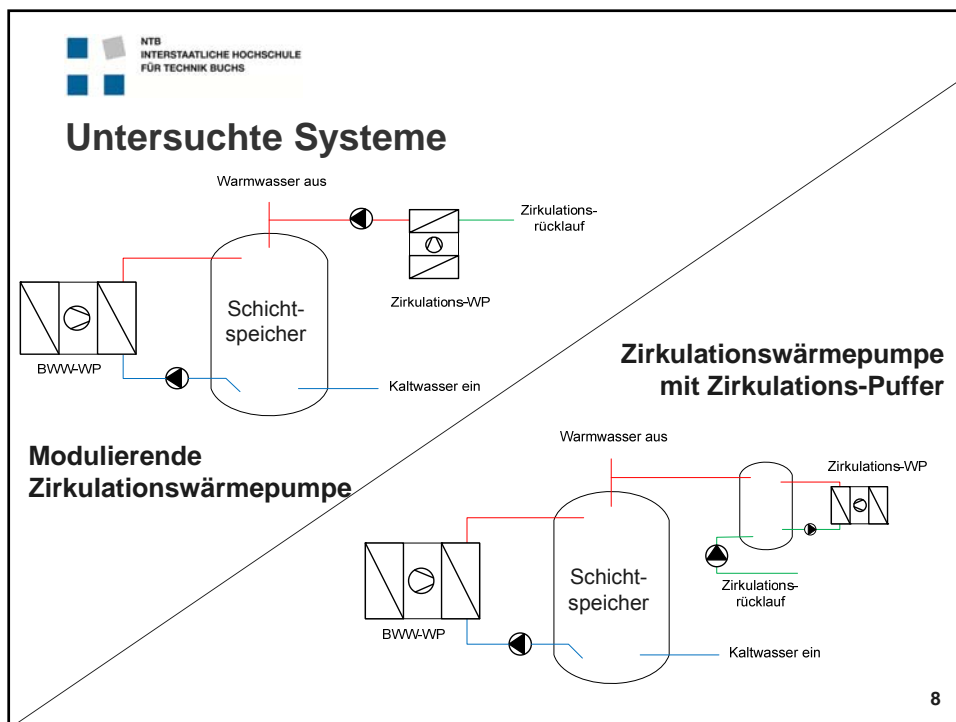
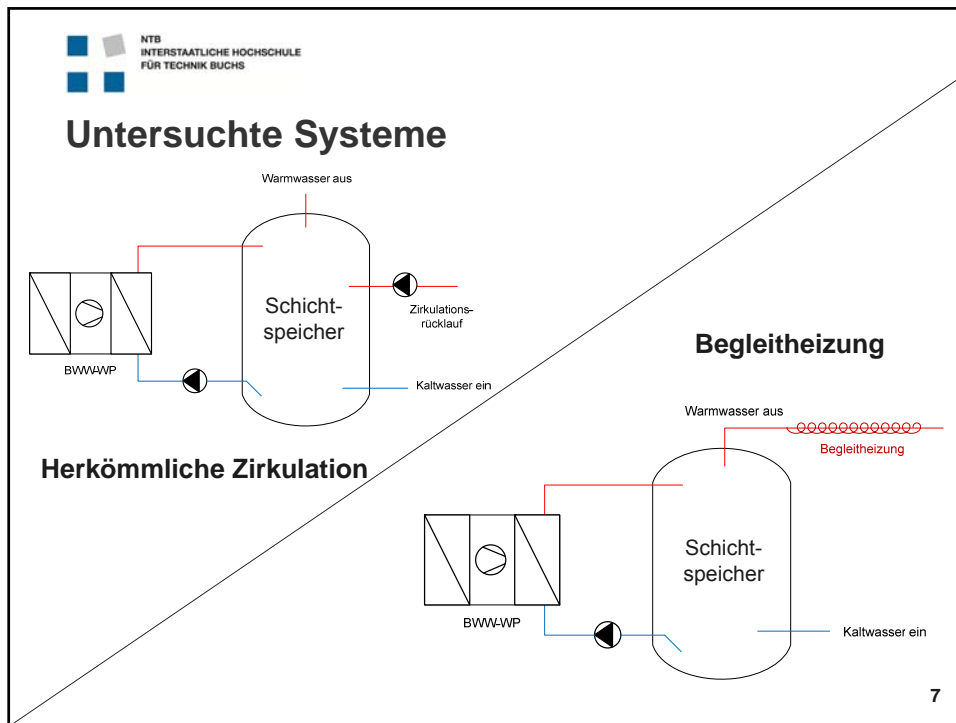
- Neu: **Keine**
- Früher: 1-2K bei mittleren Anlagen, 3-4K bei Grossanlagen

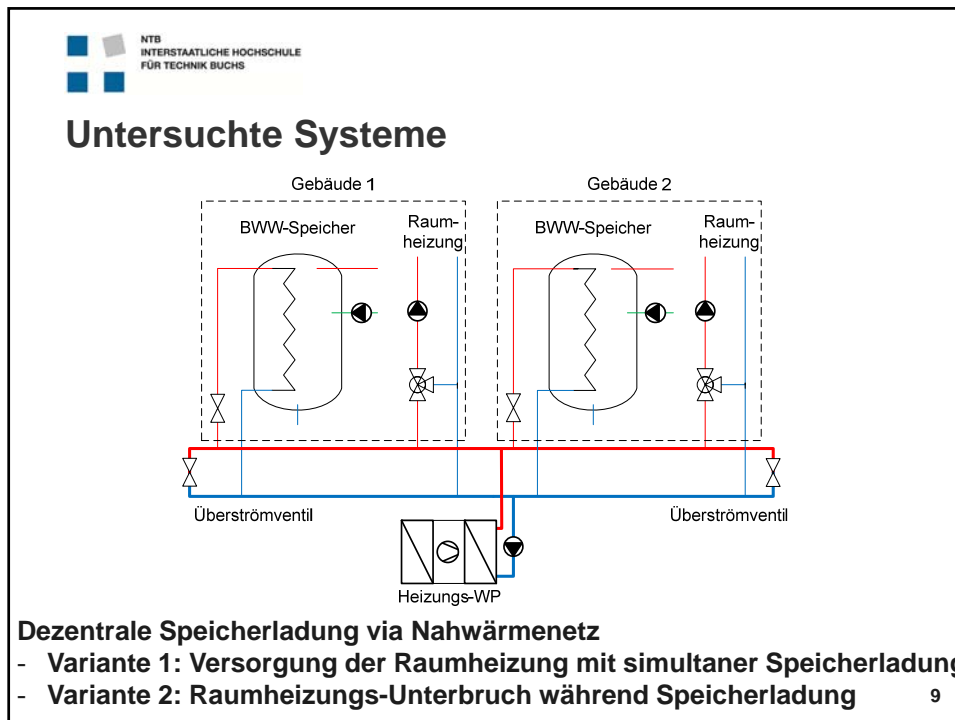
5

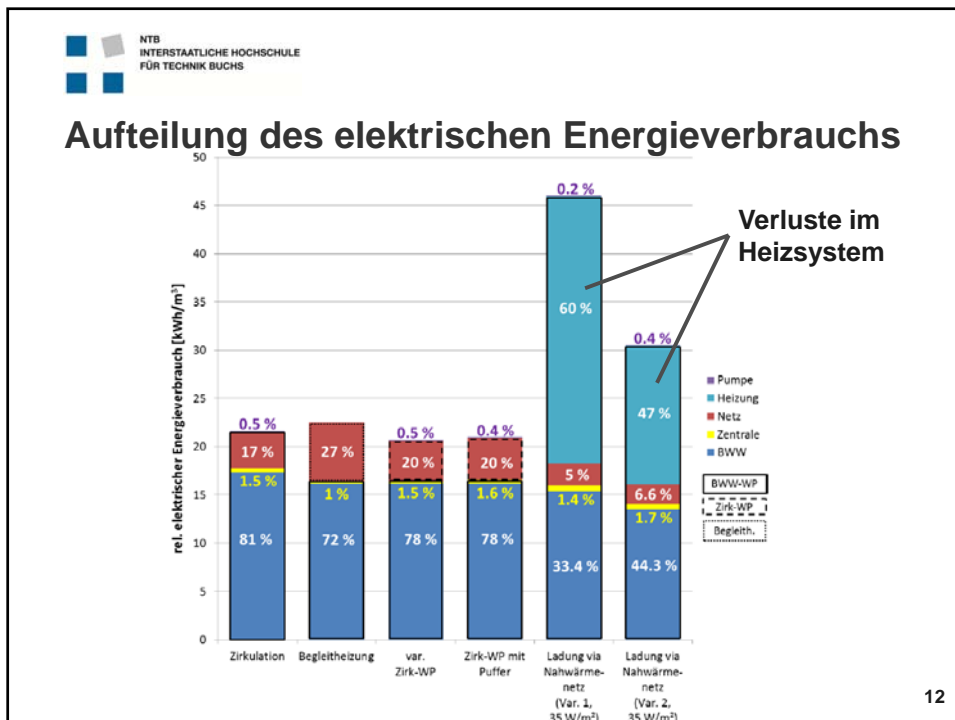
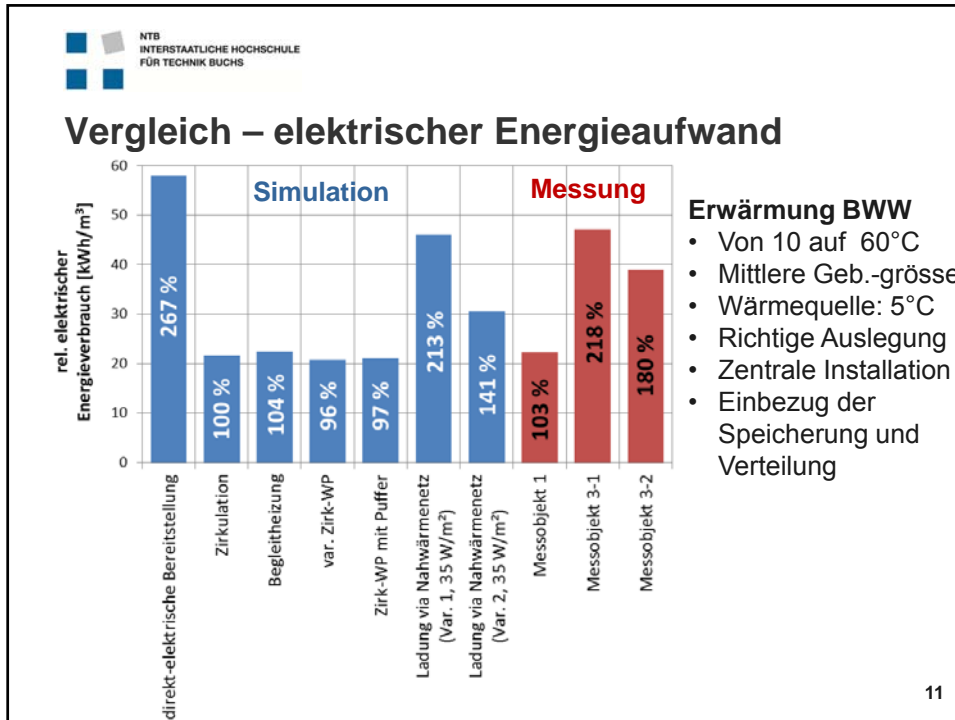


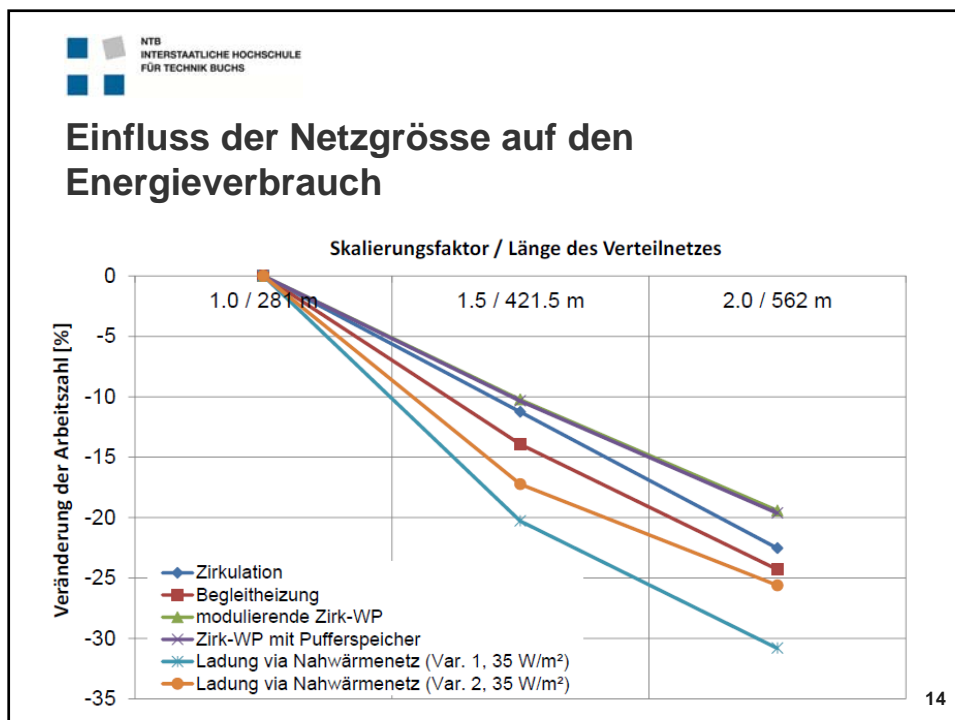
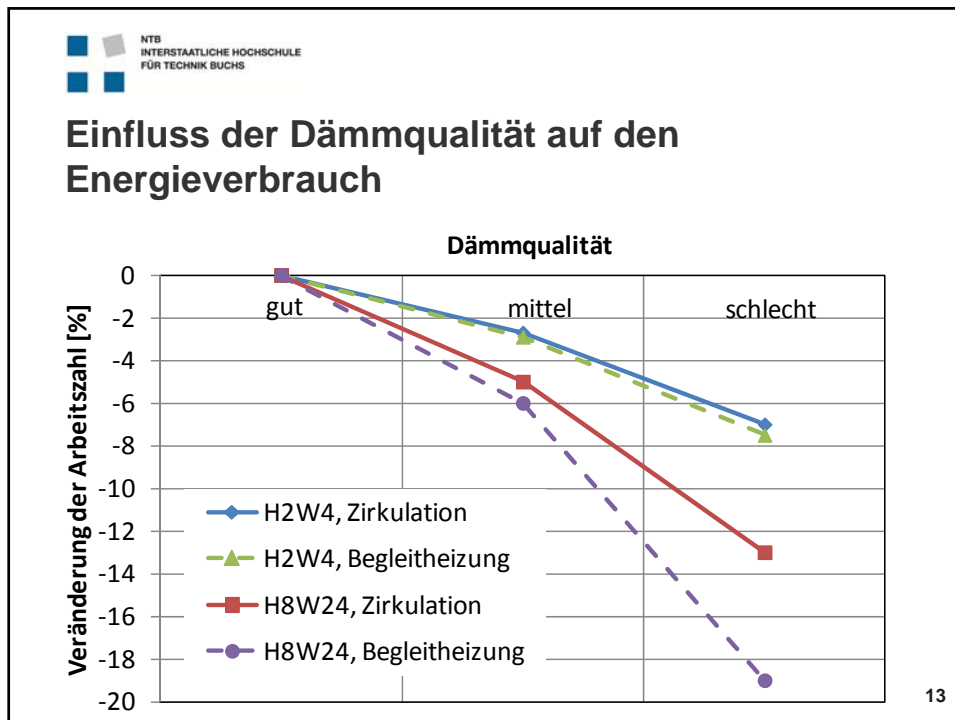
SYSTEME

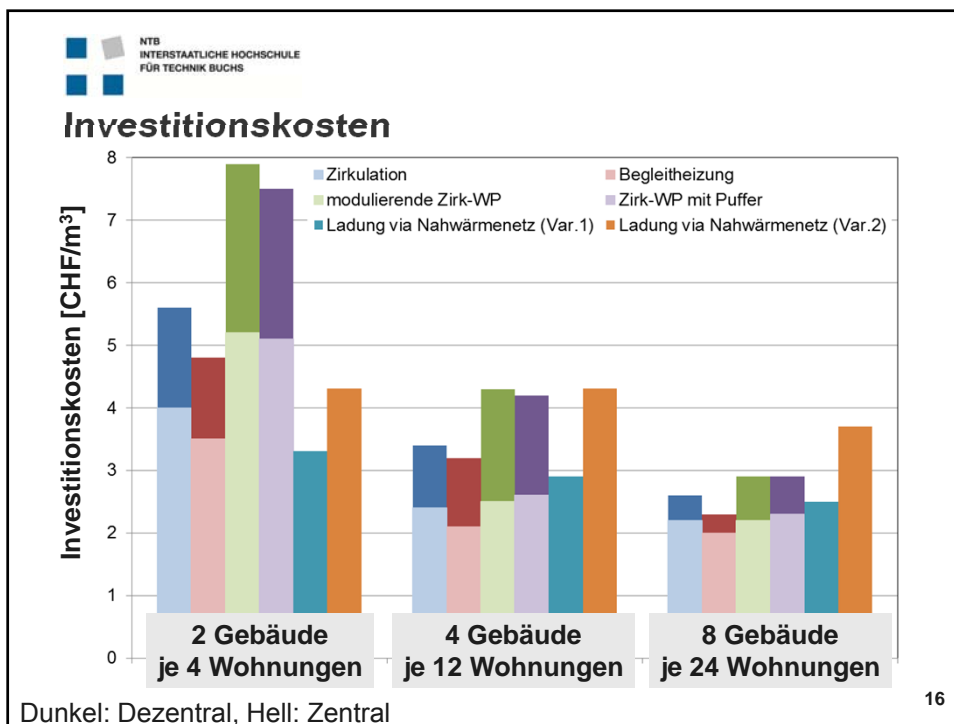
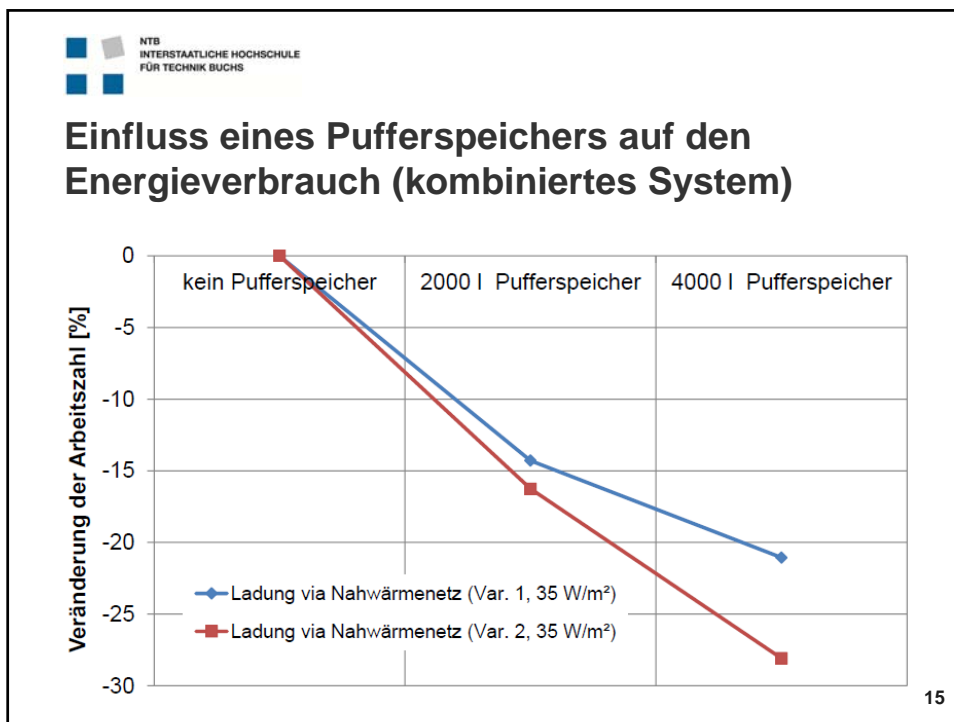
6

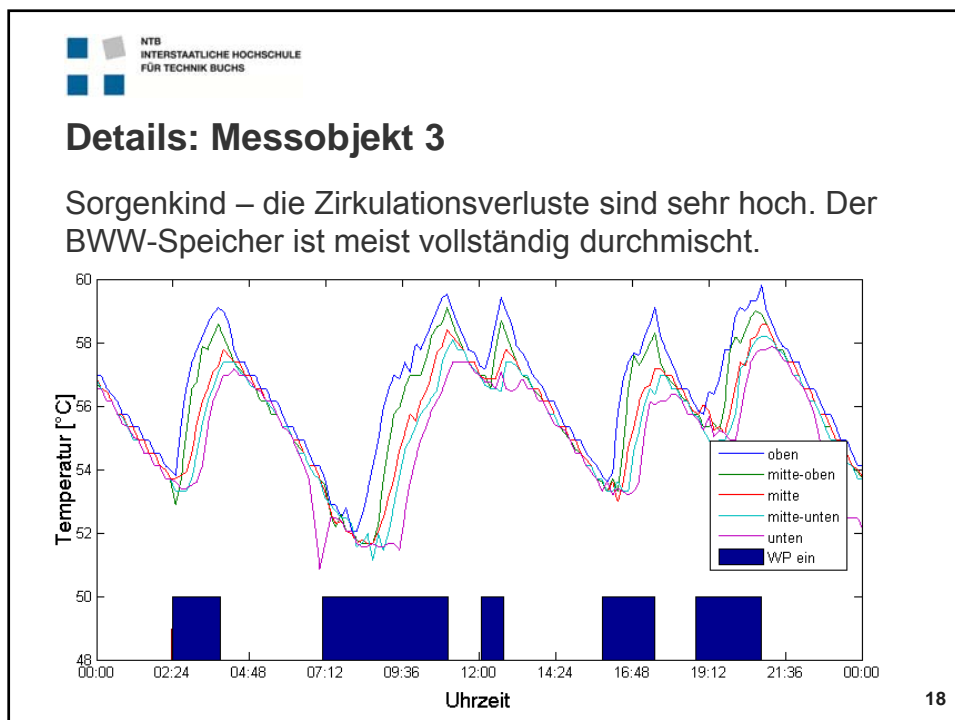
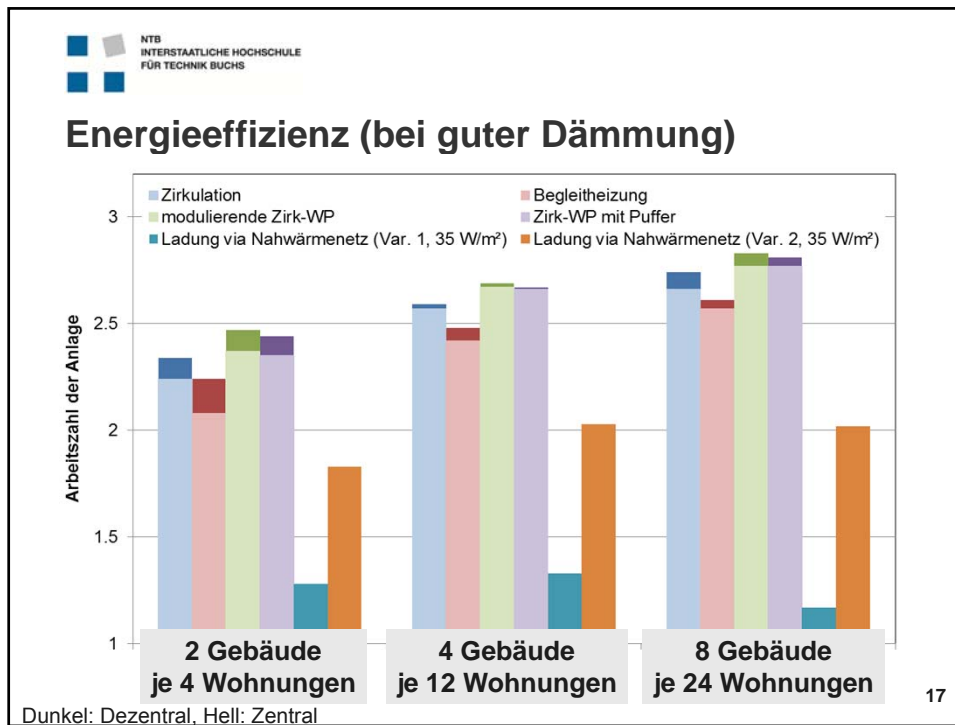


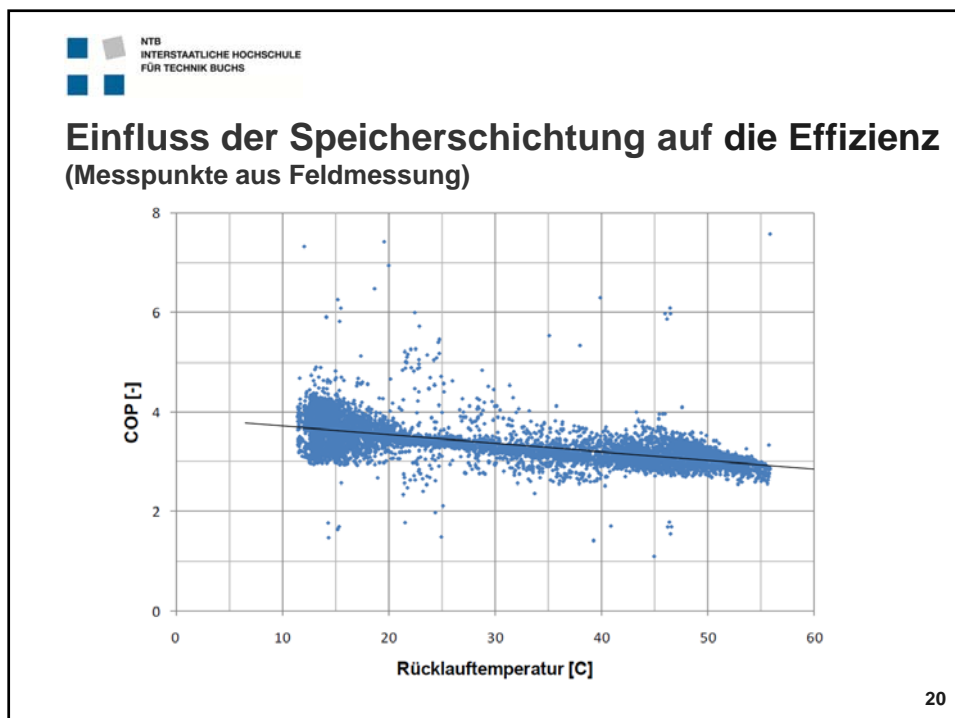
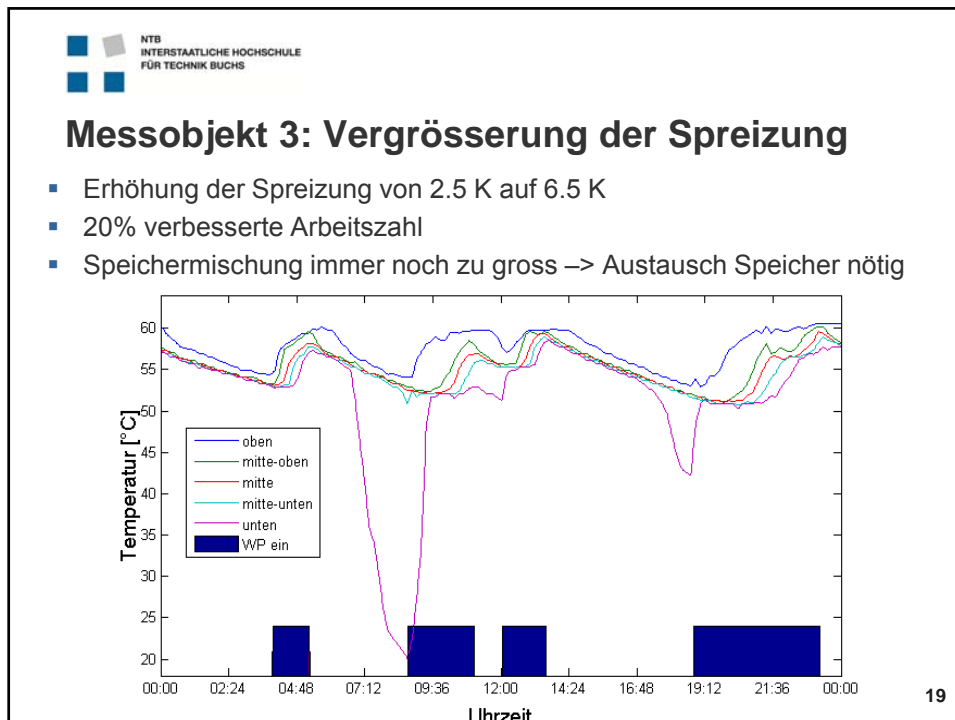












FAZIT

21


Fazit Feldmessungen

- Die untersuchten Minergie-P-Bauten besitzen eine gut ausgeführte Dämmung. Die Werte um 8 W/m Wirkverlust liegen nahe an den theoretischen Werten einer Isolation nach SIA-Norm.
- Die Spannweite der Gesamt-Arbeitszahlen reicht von 1.41 bis 2.73

$$AZ_{\text{Anlage}} = \frac{E_{\text{Zapfung}}}{E_{\text{el,total}}}$$

- Ungeschichtete Speicher erhöhen den Stromverbrauch massiv.
- Die Ausführung von Zirkulationssystemen ist sehr unterschiedlich (Installations- und Betriebsfehler)

22



NTB
 INTERSTAATLICHE HOCHSCHULE
 FÜR TECHNIK BUCHS

Fazit: Berechnung Zirkulationsvolumenstrom

- Feststellung zur Auslegung des Zirkulationsvolumenstroms
 - Nach *Suissetec (2003)* ist für das Parallelrohr-System mit 14 W/m Doppelrohr Wärmeverlust zu rechnen.
 - Tatsächlich wird der benötigte Volumenstrom durch den Wasserbezug der Wohnungen verringert.
 - Folglich wird der Zirkulationsvolumenstrom überschätzt

Planung	$\dot{V}_{\text{Zirk}} = \frac{\dot{Q}_{\text{rel,Suissetec}} \cdot l}{\rho \cdot c_p \cdot \Delta T_{\text{Planung}}} = \frac{14 \frac{\text{W}}{\text{m}} \cdot 281\text{m}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 10\text{K}} = 0.000094 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 0.339 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$ <p style="text-align: right; color: red;">Auslegung</p>
Ergebnis	$\Delta T_{\text{effektiv}} = \frac{\dot{Q}_{\text{rel,Schein}} \cdot l}{\rho \cdot c_p \cdot \dot{V}_{\text{Zirk}}} = \frac{8.24 \frac{\text{W}}{\text{m}} \cdot 281\text{m}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 0.000094 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}} = 5.9 \text{K}$ <p style="text-align: right; color: red;">Realität</p>

23


NTB
 INTERSTAATLICHE HOCHSCHULE
 FÜR TECHNIK BUCHS

Fazit

- Zirkulationssysteme
 - Effizientestes System aber relativ empfindlich auf Einstellung
 - Speicherschichtung wesentlich für Effizienz (spezielle Speicher)
 - Optimale Temperaturspreizung der Zirkulation: 10°C**
 - Bei grossen Anlagen: Zirkulationswärmepumpe optimal
- Begleitheizung
 - Einfache Handhabung**
 - Etwa gleiche Effizienz
 - Empfindlich bei grossen Leitungslängen (ideal für mittlere Überbauungen)
- Kombinierte Systeme
 - Mit Wärmepumpe **nicht sinnvoll**
- Entscheidende Faktoren
 - Dämmqualität
 - Leitungslänge
 - Anzahl Steigleitungen

24



Empfehlung - Systemwahl

Grosse Anlagen

- Zirkulationswärmepumpen einsetzen (effizient und robust)

Mittlere Anlagen

- Zirkulationssysteme (richtig eingestellt)

$$\dot{V}_{\text{Zirk}} = \frac{\dot{q}_{\text{Verlust}} \cdot l_{\text{Verteilnetz}}}{\rho_{\text{Wasser}} \cdot c_{p\text{Wasser}} \cdot \Delta T} \cdot 0.6$$

- Elektrische Begleitheizung (gut isoliert)

Kleine Anlagen

- Sternverteiler (ohne Warmhaltung)
- Elektrische Begleitheizung (gut isoliert)

25



Institut für Energiesysteme



Forschung / Entwicklung

- Wärmepumpen
- Thermische Prozesse
- Leistungselektronik
- Photovoltaik

Dienstleistung

- Wärmepumpen-Testzentrum WPZ
- Komponentenmessungen
- Akustik

Prof. Stefan Bertsch, Ph.D.

Hochschule für Technik Buchs NTB
Werdenbergstrasse 4, CH-9471 Buchs
+41 81 755 3469, stefan.bertsch@ntb.ch

www.ntb.ch/ies

26